

کنترل بیولوژیکی نماتود سیستی چغندر قند *Heterodera schachtii*

به وسیله قارچ تریکودرما در آزمایشگاه و گلخانه

عصمت مهدی‌خانی مقدم^{*}، حمید روحانی و ماهرخ فلاحی رستگار^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۴/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۳/۳)

چکیده

نماتود سیستی چغندر قند (*Heterodera schachtii*) یکی از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای چغندر قند در ایران می‌باشد. به منظور کنترل بیولوژیکی این نماتود اثر ۱۰ جدایه از قارچ تریکودرما متعلق به گونه‌های *Trichoderma harzianum* و *T. virens* طی دو سال در آزمایشگاه و گلخانه روی تخم و سیست نماتود مورد بررسی قرار گرفت. جدایه‌های قارچ تریکودرما در آزمایشگاه باعث شدند که به‌طور متوسط ۶۰ درصد تخم‌ها نسبت به شاهد پارازیت شده و از بین بروند. در بین آنها دو جدایه *T. harzianum* Bi و *T. virens* VM1 به ترتیب با ۷۶/۱۸ و ۷۲/۵۵ درصد پارازیتسم بهتر از جدایه‌های دیگر عمل کردند. آزمایش‌ها در گلخانه به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار در خاک اتوکلاو شده و خاک اتوکلاو نشده (خاک مزرعه) به‌طور جداگانه اجرا شد. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد که بین تیمارهایی که در آنها قارچ تریکودرما به کار رفته از نظر جمعیت نماتود در پایان آزمایش، میزان آلودگی و وزن تر و خشک غده‌ها و هم‌چنین وزن تر و خشک شاخ و برگ اختلاف معنی‌داری ($P < 0.05$) با تیمار شاهد وجود دارد. در این آزمایش‌ها نیز دو جدایه ذکر شده به ترتیب با ۷۶/۶۸ و ۷۲/۶۵ درصد کاهش آلودگی در خاک اتوکلاو شده اثر بهتری نسبت به دیگر جدایه‌ها نشان دادند. در خاک اتوکلاو نشده نماتود کش راگی، جدایه‌های *T. harzianum* Bi و *T. virens* VM1 به ترتیب با ۸۱/۶۵، ۷۵/۱۵ و ۷۲/۷۸ درصد کاهش آلودگی بهترین تأثیر را در کنترل نماتود سیستی چغندر قند از خود نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: کنترل بیولوژیکی، نماتود سیستی چغندر قند، تریکودرما

مقدمه

نظر قرار گیرد. تحقیقات در زمینه کنترل بیولوژیکی نماتود چغندر قند بیشتر روی عواملی بوده است که می‌توانند در مراحل مختلف زندگی نماتودها روی آنها اثر کرده و باعث از بین بردن آنها شود. در این بین قارچ‌های انگل تخم، ماده و سیست‌ها از اهمیت بسیاری برخوردارند. این قارچ‌ها از نظر تاکسونومیک و اکولوژیکی بسیار متنوع بوده و شامل قارچ‌های ژئوسپوردار انگل اجباری تا گونه‌های فرصت طلب ساپروفیت در خاک

نماتود سیستی چغندر قند یکی از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای چغندر قند در جهان و ایران است. کنترل این نماتود با روش‌های زراعی و شیمیایی بسیار مشکل است، زیرا سیست‌های این نماتود می‌تواند در غیاب میزبان سال‌ها در خاک بقای خود را حفظ کند. در این راستا، کنترل بیولوژیکی می‌تواند به عنوان روشی جایگزین و یا روشی مکمل سایر روش‌ها مد

۱. به ترتیب استادیار، دانشیار و استاد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مشهد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mahdikhani_e@yahoo.com

Globodera *T. harzianum* و نماتود طلائی سیب زمینی *rostochiensis* در شرایط آزمایشگاه به وسیله سیف اله و توماس (۲۲) گزارش شده است. قارچ در سیست و تخم داخل آن نفوذ کرده و باعث مرگ لاروها می‌شود. ردی و همکاران (۲۱) معتقدند ترکیبی از گونه *T. harzianum* جدایه T-12 و بقایای زیتون، جمعیت نماتود مرکبات را کاهش می‌دهد. شارون و همکاران (۲۳) در بررسی کنترل بیولوژیکی نماتود مولد گره ریشه *M. javanica* به وسیله قارچ *T. harzianum*، چندین جدایه از قارچ مذکور را مورد آزمایش قرار دادند. همه جدایه‌های قارچ تریکودرما، تخم‌ها و لاروهای سن دوم نماتود مولد گره ریشه را در شرایط آزمایشگاهی کلونیزه کردند. آنها معتقدند که تریکودرما باعث القای آنزیم‌هایی مثل کیتیناز و پراکسیداز در گیاه می‌شود و به این وسیله علاوه بر اثر مستقیم آنتاگونیستی روی نماتود، باعث افزایش مقاومت گیاه نیز می‌گردد. مایر و همکاران (۱۵ و ۱۶) باکتری *Burkholderia cepacia* جدایه Bc-2 و قارچ *T. virens* جدایه G1-3 را در رابطه با فعالیت آنتاگونیستی آنها علیه نماتود مولد گره ریشه *M. incognita* به تنهایی و به صورت ترکیب علیه این نماتود روی فلفل مورد بررسی قرار دادند. سایکورا (۲۴) نیز دو جدایه T-203 و T-35 از قارچ *T. harzianum* را برای کنترل نماتودهای مولد گره ریشه معرفی نموده است.

در ایران فاطمی (۴) قارچ *Paecilomyces fumosoroseus* را از سیست‌های *H. schachtii* از مشهد جدا نمود. احمدی و همکاران (۱) چهار جدایه *Fusarium solani* را از نماتود سیستی چغندر قند در اصفهان جدا کردند. درصد پارازیتیسم تخم‌های نماتود در شرایط آزمایشگاهی، به وسیله جدایه‌های مختلف این قارچ از ۱۲ تا ۳۰/۶ درصد متغیر بوده است. حجت جلالی و کاسمن (۳) از سیست‌های جمع‌آوری شده از مزارع چغندر قند استان‌های آذربایجان غربی، فارس، کرمانشاه، کرمان و خراسان گونه‌های *Paecilomyces lilacinus*، *Fusarium spp.*، *Acremonium spp.*، *N. chlamydosporium*، *Verticillium lecani* و *Embellisia chlamydospora* و *Scophulariopsis brevicaulis* را

هستند (۲۵). از بین قارچ‌های بیماری‌زا، گونه *Catenaria auxiliaris* ماده‌های جوان *Heterodera schachtii* را مورد حمله قرار داده و باعث از بین رفتن آنها می‌شود. قارچ *Nematophthora gynophilla* نماتودها را قبل از تبدیل شدن به سیست تخریب می‌کند (۱۳). نای و همکاران (۱۹) گونه‌های *Fusarium oxysporum* و *Acremonium strictum* را از تخم‌های نماتود سیستی چغندر قند در کالیفرنیا جدا کردند. لوپز و رومرو (۱۴) انگل‌های قارچی نماتود سیستی چغندر قند را در اسپانیا بررسی نمودند. وستفال و بک (۲۶) جمعیت *Heterodera schachtii* را در خاک‌های بازدارنده (Suppressive soils) و خاک‌های مستعد (Conducive soils) مورد بررسی قرار دادند. در خاک‌های بازدارنده، یک سوم سیست‌ها به قارچ‌هایی از جمله *Fusarium oxysporum*، *Paecilomyces* و *Dactylella oviparasitica*، *Fusarium sp.*، *lilacinus* آلوده بودند. گایو و بکر (۱۱) جمعیت ماده‌ها و نرهای *Heterodera schachtii* را در خاک‌های بازدارنده و خاک‌های مستعد برای دو نسل در گلخانه بررسی کردند. در نسل دوم تولید مثل نماتود در خاک‌های بازدارنده به مقدار زیادی کاهش یافت. عوامل بیماری‌زای دیگری از جمله باکتری‌های *Bacillus thuringiensis*، *Pasteuria penetrans*، *Burkholderia cepacia* و قارچ‌های *Hirsutella rhossiliensis*، *Trichoderma harzianum*، *Verticillium chlamydosporum* و *Paecilomyces lilacinus*، *Arthrobotrys dactyloides* و *Myrothecium verrucaria* برای کنترل نماتودها توصیه شده‌اند (۹ و ۱۲). تلاش‌های بسیاری در کاربرد گونه‌های تریکودرما برای کنترل نماتودهای پارازیت گیاهی صورت گرفته است. ویندهام و همکاران (۲۷) گزارش کردند که گونه *Trichoderma harzianum* جدایه T-12 و گونه *T. koningii* جدایه T-8 در کاهش تولید تخم نماتود مولد گره ریشه *Meloidogyne arenaria* در خاک تأثیر دارند. رایو و همکاران (۲۰) گونه‌های *T. harzianum* و *T. lingnorum* را در کاهش جمعیت *M. incognita* مؤثر می‌دانند. اثر متقابل بین گونه

سترون کاشته شد و توسط یک سیست *H. schachtii* مایه زنی شد و به مدت ۷۰ روز در گلخانه نگهداری شدند. سپس ریشه‌ها از خاک خارج و پس از مشاهده سیست‌های تشکیل شده، خاک گلدان با مقداری خاک سترون مخلوط گردید و در چند گلدان کاشته شد. این عمل سه بار تکرار شد تا جمعیت همگن و کافی از نماتود جهت آزمایش‌ها فراهم گردید. با استفاده از سیست خرد کن تخم و لارو درون سیست‌ها آزاد شدند. پوسته‌های سیست روی الک ۶۰ میکرونی و تخم و لاروها روی الک ۳۸ میکرونی جمع‌آوری گردید و به نسبت ۱۰۰۰۰ عدد تخم و لارو به هر گلدان حاوی ۳ کیلوگرم خاک متشکل از یک قسمت خاک مزرعه، یک قسمت کود دامی پوسیده و یک قسمت ماسه بادی اضافه و کاملاً با آن مخلوط گردید. در کل آزمایش‌ها از این خاک استفاده شد.

جداسازی و خالص نمودن تریکودرما از مزارع چغندر قند
۲۵ نمونه خاک به‌طور تصادفی از مزارع چغندر قند استان خراسان رضوی جمع‌آوری شد، با استفاده از روش دینگرا (۸) و محیط نیمه اختصاصی آب آگار حاوی ۱/۶ گرم قارچ‌کش ریدو میل (متالاکسیل) گرانول دارای ۵ درصد ماده مؤثره در لیتر استفاده شد. جدایه‌های به‌دست آمده با استفاده از کلید بی ست (۶ و ۷) مورد شناسایی قرار گرفتند.

انتخاب جدایه‌های تریکودرما
در این بررسی ۱۸ جدایه متعلق به دو گونه *T. harzianum* و *T. virens* شامل ۱۰ جدایه مربوط به خاک‌های مزارع چغندر قند مشهد (۵+۵) و هشت جدایه (۴+۴) تهیه شده از کلکسیون روحانی مورد استفاده قرار گرفت. جدایه‌ها به‌طور تصادفی انتخاب شدند. برای تهیه اینوکولوم کافی جهت آزمایش‌های گلخانه‌ای، جدایه‌های انتخاب شده روی ارزن سترون تکثیر شد. به این ترتیب که دو دیسک با قطر دو سانتی‌متر از هر جدایه خالص شده روی محیط کشت PDA در یک فلاسک یک لیتری حاوی ۲۵۰ گرم ارزن اتوکلاو شده انداخته شده و کاملاً

جدا نموده که تعدادی از آنها پارازیت تخم نماتود چغندر قند می‌باشند. احمدی و همکاران (۲) قارچ *Paecilomyces farinosus* و *Paecilomyces spp.* و *Fusarium solani* را در پارازیتسم تخم‌های نماتود چغندر قند بر روی محیط آب آگار مورد بررسی قرار داده و مشخص شد که قارچ‌های جنس *Paecilomyces* ۶۱ تا ۷۷ درصد جدایه‌های *Fusarium solani* ۱۲ تا ۳۱ درصد تخم‌های نماتود را پارازیت می‌کنند. فاطمی (۵) اثر بیماری‌زایی قارچ *Paecilomyces fumosorosceus* را روی مراحل مختلف نماتود مولد گره ریشه و نماتود سیستی چغندر قند در محیط کشت مورد بررسی قرار داد. در مورد *H. schachtii* صد در صد ماده‌ها و نزدیک به ۷۵ درصد تخم‌های درون آنها پس از یک ماه در حرارت ۲۰°C آلوده شده بودند. در این تحقیق، هدف بررسی تأثیر جدایه‌هایی از قارچ تریکودرما روی جمعیت نماتود سیستی چغندر قند (*H. schachtii*) در آزمایشگاه و گلخانه بوده است و اثر آنها روی کاهش خسارت ناشی از این نماتود مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری

طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در تابستان و پاییز ۲۵ نمونه آلوده به نماتود از مزارع چغندر قند استان خراسان رضوی جمع‌آوری گردید. نمونه‌های خاک به همراه ریشه‌های آلوده تا شروع کار آزمایشگاهی در یخچال نگهداری گردید.

استخراج سیست‌های *Heterodera* و شناسایی گونه

H. schachtii

برای استخراج سیست‌های *Heterodera* از روش فنویک استفاده شد (۱۰). برای شناسایی گونه *H. schachtii* از کلیدهای مول وی (۱۷) و مول وی و مرگان گلدن (۱۸) استفاده شد.

تهیه جمعیت *H. schachtii*

نشای دو هفته‌ای چغندر قند در گلدان حاوی ۵۰۰ گرم خاک

روز در دمای 25°C نگهداری شدند. بعد از این مدت لام‌ها با بزرگنمایی ۲۰۰، ۴۰۰ و ۱۰۰۰ میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفتند و وضعیت سیست‌ها و تخم‌ها از نظر پارازیت‌ها شدن به‌وسیله جدایه‌های تریکودرما مورد ارزیابی قرار گرفت.

– آزمایش‌های گلخانه‌ای

آزمایش‌های گلخانه‌ای در دو سال انجام گردید. در آزمایش سال اول تمام ۱۸ جدایه تریکودرما که در آزمایشگاه بررسی شده بودند، در شرایط گلخانه نیز مورد مطالعه قرار گرفتند. در سال دوم تنها جدایه‌هایی بررسی شدند که در آزمایشگاه و گلخانه در سال اول نتیجه خوبی نشان داده بودند. دمای گلخانه در طول آزمایش بین 22°C تا 28°C در روز و 17°C تا 22°C در شب بود. مدت روشنایی با نور طبیعی حدود ۱۴ ساعت و مدت تاریکی ۱۰ ساعت بود. خاک مورد استفاده یک قسمت خاک مزرعه و یک قسمت کود دامی پوسیده الک شده و یک قسمت ماسه بادی کاملاً باهم مخلوط شدند و با اتوکلاو استرون گردید. بذر مورد استفاده، بذر چغندر قند رقم Orbis بود.

آزمایش سال اول در قالب طرح کاملاً تصادفی در خاک اتوکلاو شده (سترون) با ۲۰ تیمار شامل ۱۸ تیمار مربوط به ۱۸ جدایه تریکودرما + سیست نماتود و دو تیمار شاهد شامل: ۱- خاک دارای نماتود (۱۰۰۰۰۰ عدد تخم و لارو در هر گلدان حاوی سه کیلوگرم خاک) بدون قارچ تریکودرما و ۲- خاک بدون نماتود و بدون قارچ تریکودرما انجام شد. هر تیمار دارای سه تکرار و هر تکرار شامل یک گلدان حاوی چهار بوته بود. آبیاری گلدان‌ها هر ۴ روز یک بار و آمار برداری از بوته‌ها ۷۰ روز پس از کاشت صورت گرفت. معیار انتخاب جدایه‌های برتر تعداد تخم و لارو موجود در خاک گلدان‌ها در پایان آزمایش بود. از این نظر در بین ۱۸ تیمار مربوط به جدایه‌های تریکو درما، ۱۰ تیمار که کمترین تعداد نماتود در آنها شمارش شد به‌عنوان تیمارهای برتر انتخاب و در آزمایش‌های سال دوم مورد استفاده قرار گرفتند.

با آن مخلوط شد. فلاسک‌ها به مدت ۱۵ روز در دمای 25°C قرار داده شدند. به منظور جلوگیری از به هم چسبیدن دانه‌های ارزن و یک‌نواخت شدن رشد قارچ از روز هفتم به بعد فلاسک‌ها هر دو روز یک مرتبه کاملاً تکان داده می‌شدند. پس از رشد کامل قارچ‌ها، فلاسک‌ها تا زمان مصرف در یخچال نگهداری شده و در موقع مصرف به نسبت ۵ درصد وزنی با خاک گلدان‌ها مخلوط گردید.

– پارازیت‌سیسم جدایه‌های تریکودرما روی سیست و تخم‌های *H. schachtii* در آزمایشگاه

سیست‌های گونه *H. schachtii* پس از ضدعفونی سطحی با هیپوکلریت سدیم ۵٪ درصد به مدت سه دقیقه و چندین بار شستشو با آب مقطر سترون به‌صورت دسته‌های ۱۰ تایی به فاصله چهار سانتی‌متری یک دیسک پنج میلی‌متری از کشت پنج روزه تریکودرما در یک پتری دیش حاوی ۲۰ میلی لیتر آب آگار سترون قرار داده شد. برای هر جدایه پنج پتری دیش در نظر گرفته شد و به مدت دو هفته در دمای 25°C قرار داده شدند. پس از این مدت سیست‌ها شکافته شد و درصد تخم‌ها و لاروهای سالم و بیمار در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ۲۰۰ تعیین گردید. در هر تکرار یک صد عدد تخم و لارو به صورت تصادفی شمارش گردید و به این ترتیب در صد تخم‌های پارازیت‌ها شده تعیین گردید. در آزمایشی دیگر که به‌منظور بررسی دقیق نحوه پارازیت‌سیسم سیست‌ها و هم‌چنین عکس‌برداری از آنها صورت گرفت، تعدادی سیست در یک طرف یک لام سترون قرار داده شد و در طرف دیگر به فاصله دو سانتی‌متر یک دیسک پنج میلی‌متری از محیط کشت PDA که با کمی اینوکولوم مربوط به هر جدایه تلقیح شده بود قرار داده شد. لام‌های تهیه شده برای هر جدایه در یک پتری دیش سترون که حاوی دو لایه کاغذ فیلتر و پنج میلی لیتر آب مقطر سترون بود روی یک لوله شیشه‌ای V شکل به قطر پنج میلی‌متر قرار داده شد. برای هر جدایه پنج پتری دیش در نظر گرفته شد. پتری دیش‌ها به مدت ۱۴

مرگان گلدن (۱۸) شناسایی گردید. برجستگی تاول مانند نزدیک مخرج بزرگ و شبیه دندان آسیاب، پهنای هاله شفاف دور پنجره‌های خروجی لارو که نصف عرض پنجره‌هاست از مشخصاتی است که گونه *H. schachtii* را از گونه‌های مشابه متمایز می‌کند.

- شناسایی جدایه‌های تریکودرما

در بررسی مزارع چغندر قند استان خراسان رضوی، از خاک این مزارع جمعا ۱۳ جدایه قارچ تریکودرما جداسازی، خالص و با استفاده از کلید بی ست (۷۶) شناسایی گردید. هشت جدایه متعلق به *Trichoderma harzianum* HM (1-8) و پنج جدایه متعلق به *T. virens* VM (1-5) تشخیص داده شد.

- پارازیتسم جدایه‌های تریکودرما روی نماتود سیستی چغندر قند در آزمایشگاه

در این آزمایش مشخص شد که تمام جدایه‌های تریکودرما کم و بیش قادرند سیست‌ها و تخم‌های *H. schachtii* را کلونیزه نمایند اما از نظر در صد پارازیتسم بین جدایه‌های تریکودرما تفاوت وجود داشت. در میان آنها دو جدایه *T. harzianum* Bi (جدایه خارجی) و *T. virens* VM1 که از خاک مزارع چغندر قند مشهد جدا شده بود شدیدتر از بقیه جدایه‌ها سیست‌ها و تخم‌ها را کلونیزه کردند. مطالعه دقیق سیست‌ها روی لام میکروسکوپی با بزرگنمایی ۲۰۰ و ۴۰۰ نشان داد که دو جدایه برتر کاملاً روی سیست‌ها مستقر شدند به طوری که روی آنها فیالید و اسپورتولید نمودند. این خصوصیت را احتمالاً می‌توان به قدرت ترشح کیتیناز به وسیله جدایه‌های مزبور نسبت داد (شکل ۱ و ۲).

- اثر کنترل کنندگی جدایه‌های تریکودرما روی نماتود سیستی چغندر قند

در سال اول آزمایش ۱۸ جدایه انتخاب شده مورد بررسی قرار گرفتند. شمارش سیست‌های موجود در خاک تیمارها در پایان

در سال دوم، این آزمایش به طور هم‌زمان در خاک اتوکلاو شده و خاک مزرعه در گلخانه انجام شد.

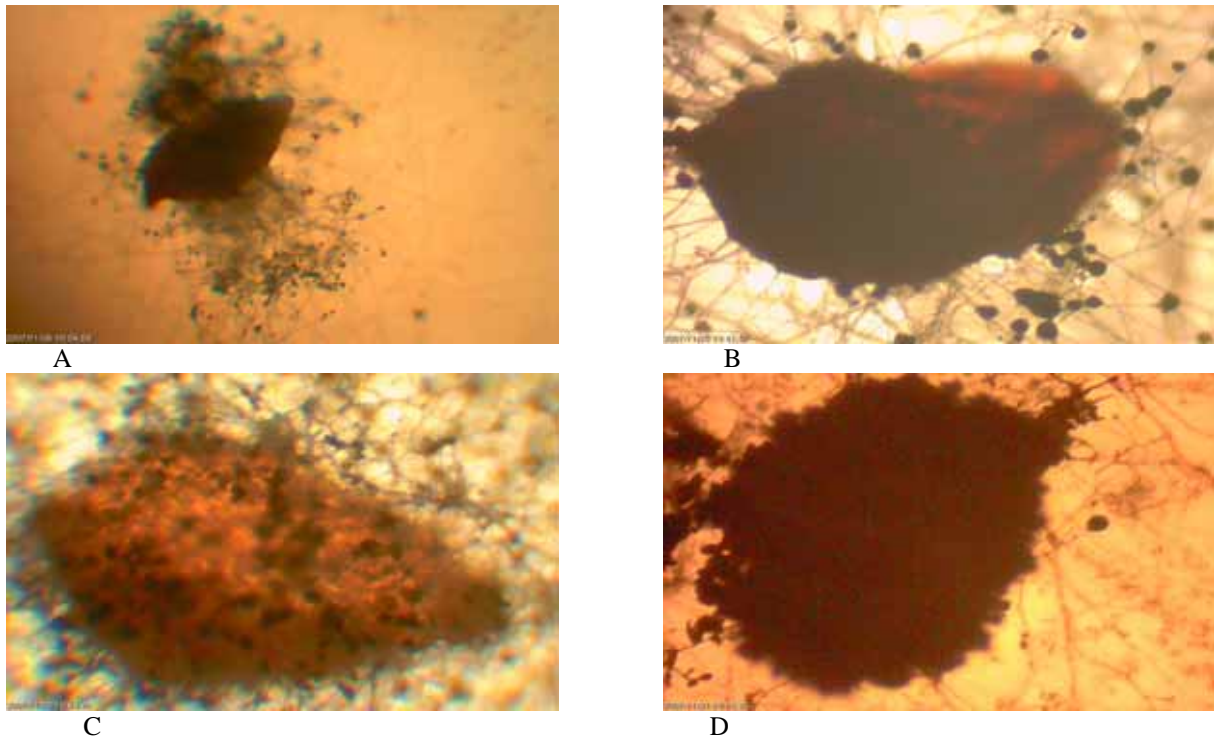
شرایط انجام آزمایش در هر دو مورد، خاک اتوکلاو شده و خاک مزرعه، شبیه آزمایش سال اول بود با این تفاوت که در سال دوم به جای ۱۸ جدایه تریکودرما، از ۱۰ جدایه که اثر بهتری در کاهش جمعیت نماتود داشتند، استفاده شد. این جدایه‌ها عبارت بودند از ۵ جدایه به دست آمده از خاک مزارع چغندر قند مشهد شامل: سه جدایه (*T. harzianum* HM (2,4,5)، دو جدایه *T. virens* VM (1,4) و ۵ جدایه انتخاب شده از کلکسیون روحانی شامل: چهار جدایه *T. harzianum* HC (1,3,4), Bi و یک جدایه *T. virens* VC5. دو تیمار شاهد در خاک اتوکلاو شده عبارت بودند از: ۱- خاک اتوکلاو شده + تخم و لارو نماتود، ۲- خاک اتوکلاو شده بدون تخم و لارو نماتود و در خاک اتوکلاو نشده ۱- خاک مزرعه که به صورت طبیعی آلوده به نماتود سیستی چغندر قند بود (۴۰۰ عدد تخم و لارو در ۱۰۰ گرم خاک) و ۲- خاک مزرعه که دوهفته قبل از کاشت با نماتودکش راگی به میزان ۱۰ گرم برای هر گلدان سه کیلوگرمی تیمار شده بود. معیارهای آمار برداری عبارت بودند از: جمعیت نهایی نماتود، وزن تر و خشک غده چغندر قند، وزن تر و خشک قسمت‌های هوایی گیاه.

نتایج به دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی محاسبه آماری گردید و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC مقایسه شدند.

نتایج و بحث

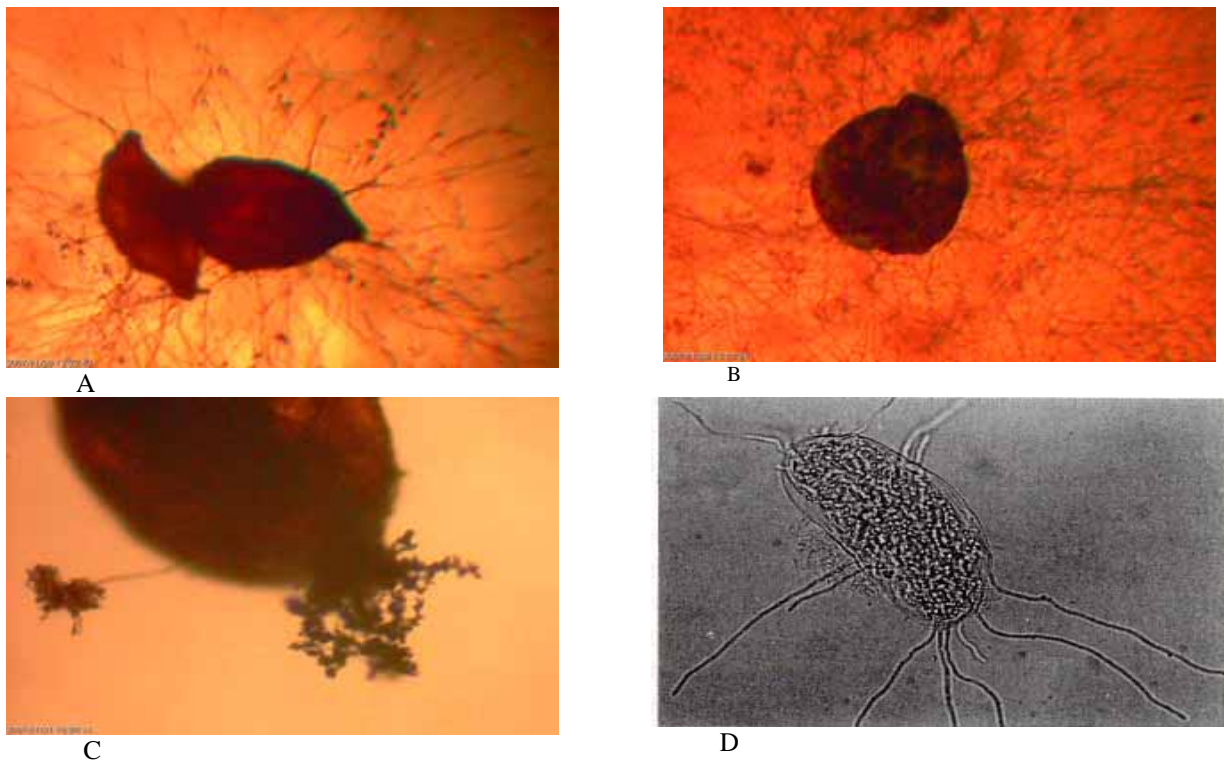
شناسایی نماتود سیستی چغندر قند گونه *H. schachtii*

با توجه به این که در مزارع چغندر قند منطقه مورد مطالعه بیش از یک گونه نماتود سیستی یافت می‌شود. گونه مورد نظر (*H. schachtii*) پس از جداسازی از خاک و ریشه چغندر قند و تهیه برش از مخروط انتهایی بدن سیست‌ها و بررسی خصوصیات مرفولوژیکی و مرفومتزیکی سیست‌ها و لاروهای سن دوم با استفاده از کلیدهای مول موی (۱۷) و مول وی و



شکل ۱. سیست‌های *Heterodera schachtii* پارازیت شده به وسیله *Trichoderma virens*

A- بزرگنمایی ۲۰۰ ، B ، C، D- بزرگنمایی ۴۰۰ .



شکل ۲. سیست‌ها و تخم *Heterodera schachtii* پارازیت شده به وسیله *Trichoderma harzianum*

A، B- بزرگنمایی ۲۰۰ ، C- بزرگنمایی ۴۰۰ ، D- بزرگنمایی ۱۰۰۰ .



A



B

شکل ۳. آزمایش گلخانه‌ای - اثر جدایه‌های تریکودرما بر نماتود سیستی چغندرقند (تیمارهای دارای تریکودرما از رشد بیشتری برخوردارند)

A - سمت راست بدون قارچ تریکودرما، سمت چپ دارای قارچ تریکودرما

B - ماده‌های جوان و شیری رنگ نماتود روی ریشه چغندرقند

سال اول در خاک اتو کلاو شده و خاک مزرعه مورد مقایسه قرار گرفتند (شکل ۳).

تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از بررسی قابلیت بیوکترلی ۱۰ جدایه تریکودرما روی نماتود *H. schachtii* و عملکرد تیمارهای آزمایشی در خاک اتوکلاو شده و خاک مزرعه (اتوکلاو نشده) از جمله جمعیت نهایی نماتود، وزن تر و خشک غده و شاخ و برگ نشان می‌دهند که تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی در خاک اتوکلاو شده و خاک اتوکلاو نشده (خاک مزرعه) وجود دارد. میانگین تیمارهای مختلف آزمایشی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و مقایسه میانگین‌ها در جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند. همان‌طور که در جدول ۱ و ۲ مشاهده می‌شود جمعیت نهایی نماتود در تیمارهای مورد آزمایش در خاک اتوکلاو شده و خاک مزرعه نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته و اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بین آنها دیده می‌شود. در میان جدایه‌های تریکودرما مورد استفاده، تیمارهای ۳ و ۴ یعنی جدایه‌های *T. harzianum* Bi و *T. virens* VM1 بیشترین تأثیر را در کاهش جمعیت نهایی نماتود نشان دادند.

با توجه به تجزیه واریانس عملکرد چغندر قند در خاک اتوکلاو شده، بین تیمارهایی که قارچ به‌کار رفته با تیمارهای

آزمایش (۷۰ روز پس از کاشت) و مقایسه میانگین آنها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. از بین ۱۸ جدایه بررسی شده، ۱۰ جدایه از آنها که بیشترین تأثیر را در کاهش تعداد تخم و لارو نماتود چغندر قند در پایان آزمایش باعث شده بودند برای آزمایش سال دوم انتخاب شدند این جدایه‌ها عبارت بودند از: *Trichoderma harzianum* جدایه‌های HM2, HM4, HM5, HC1, HC3, HC4, Bi و *T. virens* جدایه‌های VM1, VM4, VC5. *T. harzianum* به ترتیب ۷۶/۱۸، ۵۶/۷۲، ۶۴/۳۵، ۵۸/۰۷، ۴۸/۱۴، ۵۲/۲۳، ۵۸/۱۲ و *T. virens* به ترتیب ۶۱/۱۵، ۷۲/۵۵ و ۵۹/۲۳ در صد تخم‌های نماتود چغندر قند را روی محیط کشت پارازیتیه کردند. متوسط پارازیتسم جدایه‌ها ۶۰ درصد بود. در تیمار شاهد هیچ گونه تخم نماتودی پارازیتیه نشده بود. در بین آنها جدایه‌های *T. harzianum* Bi (جدایه خارجی) و *T. virens* VM1 جدا شده از خاک مزارع چغندر قند مشهد نسبت به جدایه‌های دیگر بهتر عمل کردند. متوسط پارازیتسم این دو جدایه منجر به از بین رفتن تخم‌های نماتود به ۷۴ درصد بالغ شد در حالی که این متوسط در مورد دیگر جدایه‌ها ۵۷ درصد نسبت به شاهد تعیین گردید.

در سال دوم آزمایش ۱۰ جدایه تریکودرما انتخاب شده از

جدول ۱. اثر جدایه‌های تریکودرما روی جمعیت نماتود سیستی چغندر قند در خاک سترون آلوده شده به نماتود در شرایط گلخانه

| تیمار | جدایه‌ها | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|-------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | جمعیت نهایی نماتود Pf | شاخص تولید مثل Rf | درصد تکثیر %Mr | درصد کنترل |
| ۱ | مشهد <i>T. harzianum</i> HM2 | ۶۷۲۴/۷۶ ^{de} | ۲۰/۱۸ ^{de} | ۴۳/۴۷ ^{de} | ۵۶/۵۳ ^{bc} |
| ۲ | مشهد <i>T. harzianum</i> HM4 | ۹۰۹۱/۱۶ ^{bc} | ۲۷/۲۷ ^{bc} | ۵۹/۱۰ ^{bc} | ۴۰/۹۰ ^{de} |
| ۳ | کلکسیون <i>T. harzianum</i> Bi | ۳۵۸۷/۱۷ ^f | ۱۰/۷۶ ^f | ۲۳/۳۲ ^f | ۷۶/۶۸ ^a |
| ۴ | مشهد <i>T. virens</i> VM1 | ۴۲۰۷/۷۳ ^f | ۱۲/۶۲ ^f | ۲۷/۳۵ ^f | ۷۲/۶۵ ^a |
| ۵ | مشهد <i>T. harzianum</i> HM5 | ۹۴۵۲/۹۰ ^b | ۲۸/۳۵ ^b | ۶۱/۴۵ ^b | ۳۸/۵۵ ^c |
| ۶ | کلکسیون <i>T. harzianum</i> HC4 | ۸۷۵۴/۴۷ ^{bc} | ۲۶/۲۶ ^{bc} | ۵۶/۹۱ ^{bc} | ۴۳/۰۹ ^{de} |
| ۷ | مشهد <i>T. virens</i> VM4 | ۶۵۰۷/۹۳ ^{de} | ۱۹/۵۲ ^{de} | ۴۲/۳۱ ^{de} | ۵۷/۶۹ ^{bc} |
| ۸ | کلکسیون <i>T. harzianum</i> HC1 | ۸۴۷۵/۵۷ ^c | ۲۵/۴۲ ^c | ۵۵/۱۰ ^c | ۴۴/۹۰ ^d |
| ۹ | کلکسیون <i>T. virens</i> VC5 | ۷۴۳۷/۵۰ ^d | ۲۲/۳۱ ^d | ۴۸/۳۵ ^d | ۵۱/۶۵ ^c |
| ۱۰ | کلکسیون <i>T. harzianum</i> HC3 | ۶۳۷۷/۶۷ ^e | ۱۹/۱۳ ^e | ۴۶/۱۴ ^e | ۵۸/۵۴ ^b |
| ۱۱ | شاهد آلوده (نماتود بدون قارچ) | ۱۵۳۸۱/۳۳ ^a | ۴۶/۱۴ ^a | ۱۰۰ ^a | ۰ ^f |
| ۱۲ | شاهد سالم (بدون نماتود و قارچ) | - | - | - | - |

۱: هر عدد متوسط ۳ تکرار است

۲: Rf نسبت جمعیت نهایی نماتود به جمعیت اولیه است. جمعیت اولیه نماتود ۳۳۳ عدد تخم و لارو در ۱۰۰ گرم خاک است.

$$3: \% Mr = \frac{\text{Pf هر تیمار}}{\text{Pf تیمار نماتود بدون قارچ}} \times 100$$

۴: در صد تکثیر - ۱۰۰ = در صد کنترل

- میانگین‌های دارای حروف مشابه در ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند.

۷۶/۶۸ و ۷۲/۶۵ در خاک مزرعه به ترتیب ۷۵/۱۴ و ۷۲/۷۷ در صد است. میانگین عملکرد نیز در تیمارهای مذکور با شاهد سالم برابری می‌کند که نشان دهنده کارایی نسبتاً بالای این قارچ‌ها می‌باشد. وزن تر غده و شاخ و برگ و وزن خشک غده و شاخ و برگ در تیمارهای مذکور افزایش نشان داده است (جدول ۳). در شرایط خاک مزرعه (خاک اتوکلاو نشده) نیز تجزیه واریانس به‌دست آمده از بررسی میزان کارایی قارچ‌های آنتاگونیست در کنترل نماتود سیستی چغندر قند نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در رابطه با عملکرد محصول (وزن تر و وزن خشک غده) بین تیمارهای مورد بررسی در رابطه با شاهد در سطح پنج درصد و یک درصد مشاهده می‌شود. در خاک مزرعه نیز جدایه‌های *T. harzianum* Bi و *T. virens* VM1 تأثیر مثبتی در افزایش

شاهد از نظر وزن تر غده اختلاف معنی‌داری در سطح یک در صد مشاهده می‌شود ولی در رابطه با وزن تر شاخ و برگ اختلاف معنی‌دار نیست. در رابطه با وزن خشک غده و شاخ و برگ بین تیمارهایی که قارچ به‌کار رفته با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد مشاهده می‌شود. در میان جدایه‌های قارچ مورد استفاده، تیمارهای ۳ و ۴ یعنی جدایه‌های *T. harzianum* Bi و *T. virens* VM1 بیشترین تأثیر را در افزایش وزن غده چغندر قند و افزایش وزن شاخ و برگ در خاک اتوکلاو شده داشته‌اند. همان‌گونه که در جدول (۱ و ۲) مشاهده می‌شود آلودگی خاک به نماتود در تیمارهای ۳ و ۴ یعنی جدایه‌های *T. harzianum* Bi و *T. virens* VM1 به میزان چشمگیری کاهش یافته، به‌طوری که کنترل نماتود توسط دو تیمار ذکر شده در خاک اتوکلاو شده به ترتیب

جدول ۲. اثر جدایه‌های تریکودرما روی جمعیت نماتود سیستی چغندرقند در خاک مزرعه با آلودگی طبیعی به نماتود در شرایط گلخانه

| تیمار | جدایه‌ها | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ |
|-------|----------------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | جمعیت نهایی نماتود Pf | شاخص تولید مثل Rf | درصد تکثیر %Mr | درصد کنترل |
| ۱ | مشهد <i>T.harzianum</i> HM2 | ۶۵۲۴/۷۰ ^e | ۱۶/۳۱ ^e | ۴۰/۶۷ ^e | ۵۹/۳۳ ^c |
| ۲ | مشهد <i>T.harzianum</i> HM4 | ۹۴۲۴/۳۷ ^{bc} | ۲۳/۵۶ ^{bc} | ۵۸/۷۴ ^{bc} | ۴۱/۲۶ ^{ef} |
| ۳ | کلکسیون <i>T.harzianum</i> Bi | ۳۹۸۷/۴۴ ^f | ۹/۹۶ ^f | ۲۴/۸۵ ^f | ۷۵/۱۵ ^b |
| ۴ | مشهد <i>T.virens</i> VM1 | ۴۳۶۷/۴۴ ^f | ۱۰/۹۱ ^f | ۲۷/۲۲ ^f | ۷۲/۷۸ ^b |
| ۵ | مشهد <i>T.harzianum</i> HM5 | ۹۷۸۵/۸۷ ^b | ۲۴/۴۶ ^b | ۶۱/۰۰ ^b | ۳۹/۰۰ ^f |
| ۶ | کلکسیون <i>T.harzianum</i> HC4 | ۹۰۸۸/۱۰ ^{bc} | ۳۲/۷۲ ^{bc} | ۵۶/۶۵ ^{bc} | ۴۳/۳۵ ^{ef} |
| ۷ | مشهد <i>T.virens</i> VM4 | ۷۱۷۷/۶۰ ^{de} | ۱۷/۹۴ ^{de} | ۴۴/۷۴ ^{de} | ۵۵/۲۶ ^{cd} |
| ۸ | کلکسیون <i>T.harzianum</i> HC1 | ۸۷۴۹/۰۰ ^c | ۲۱/۸۷ ^c | ۵۴/۵۴ ^c | ۴۵/۴۶ ^c |
| ۹ | کلکسیون <i>T.virens</i> VC5 | ۷۷۱۲/۰۰ ^d | ۱۹/۲۷ ^d | ۴۸/۰۷ ^d | ۵۱/۹۳ ^d |
| ۱۰ | کلکسیون <i>T.harzianum</i> HC3 | ۸۷۷۱/۰۰ ^c | ۲۱/۹۲ ^c | ۵۴/۶۷ ^c | ۴۵/۳۳ ^e |
| ۱۱ | شاهد آلوده (نماتود بدون قارچ) | ۱۶۰۴۰/۰۰ ^a | ۴۰/۱۰ ^a | ۱۰۰ ^a | ۰ ^g |
| ۱۲ | شاهد سالم (نماتودکش و بدون قارچ) | ۲۹۴۴/۰۰ ^g | ۷/۳۵ ^g | ۱۸/۳۵ ^g | ۸۱/۶۵ ^a |

۱. هر عدد متوسط ۳ تکرار است

۲. Rf نسبت جمعیت نهایی نماتود به جمعیت اولیه نماتود است. جمعیت اولیه نماتود ۴۰۰ عدد تخم و لارو در ۱۰۰ گرم خاک

$$3. \quad \%Mr = \frac{\text{Pf هر تیمار}}{\text{Pf تیمار نماتود بدون قارچ}} \times 100$$

۴. در صد تکثیر - ۱۰۰ = در صد کنترل نماتود کش راگبی ۱۰G و میزان مصرف ۱۰ گرم در هر گلدان سه کیلوگرمی - میانگین‌های دارای حروف مشابه در ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد معنی‌دار نیستند.

جدول ۳. اثر جدایه‌های تریکودرما روی عملکرد چغندر قند در خاک سترون آلوده شده به نماتود سیستی چغندر قند در شرایط گلخانه

| تیمار | جدایه‌ها | وزن تر غده (گرم) | وزن تر شاخ و برگ (گرم) | وزن خشک غده (گرم) | وزن خشک شاخ و برگ (گرم) |
|-------|--------------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------------|
| ۱ | مشهد <i>T.harzianum</i> HM2 | ۵۰/۶۹ ^{bc} | ۶۲/۲۸ ^{ab} | ۱۸/۰۲ ^{abcd} | ۱۳/۱۵ ^{abc} |
| ۲ | مشهد <i>T.harzianum</i> HM4 | ۳۴/۰۹ ^c | ۵۴/۰۷ ^{ab} | ۱۰/۰۲ ^{cd} | ۱۲/۰۱ ^{bc} |
| ۳ | کلکسیون <i>T.harzianum</i> Bi | ۷۹/۵۸ ^a | ۸۴/۷۴ ^a | ۲۵/۴۷ ^a | ۱۶/۷۴ ^{ab} |
| ۴ | مشهد <i>T.virens</i> VM1 | ۷۱/۱۴ | ۷۹/۲۰ ^{ab} | ۲۱/۵۲ ^{ab} | ۱۶/۳۵ ^{ab} |
| ۵ | مشهد <i>T.harzianum</i> HM5 | ۳۲/۱۷ ^c | ۴۲/۳۷ ^c | ۸/۷۹ ^d | ۹/۰۴ ^c |
| ۶ | کلکسیون <i>T.harzianum</i> HC4 | ۳۴/۹۲ ^c | ۷۹/۸۳ ^{ab} | ۱۱/۸ ^{bcd} | ۱۳/۳۹ ^{abc} |
| ۷ | مشهد <i>T.virens</i> VM4 | ۵۰/۷۹ ^{bc} | ۴۸/۷ ^{ab} | ۱۹/۵۳ ^{abc} | ۱۲/۱۷ ^{bc} |
| ۸ | کلکسیون <i>T.harzianum</i> HC1 | ۴۵/۶۴ ^c | ۵۸/۳۱ ^{ab} | ۱۶/۶۵ ^{abc} | ۱۱/۷۹ ^{bc} |
| ۹ | کلکسیون <i>T.virens</i> VC5 | ۴۲/۲۲ ^c | ۶۷/۵۷ ^{ab} | ۱۳/۱۷ ^{abcd} | ۱۲/۳۱ ^{bc} |
| ۱۰ | کلکسیون <i>T.harzianum</i> HC3 | ۵۲/۵۵ ^{bc} | ۴۸/۰۴ ^{ab} | ۱۸/۵۲ ^{abc} | ۱۱/۳۲ ^{bc} |
| ۱۱ | شاهد آلوده (نماتود بدون قارچ) | ۵۱/۷۰ ^{bc} | ۵۶/۴۷ ^{ab} | ۱۵/۲۴ ^{abcd} | ۱۰/۷۲ ^c |
| ۱۲ | شاهد سالم (بدون نماتود و قارچ) | ۷۶/۰۵ ^a | ۸۴/۳۳ ^a | ۲۱/۰۳ ^{ab} | ۱۷/۶۷ ^a |

میانگین‌های دارای حروف مشابه در ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ در یک گروه آماری قرار دارند.

جدول ۴. اثر جدایه‌های تریکودرما روی عملکرد چغندر قند در خاک مزرعه با آلودگی طبیعی به نماتود سیستی چغندر قند در شرایط گلخانه

| تیمار | جدایه‌ها | وزن تر غده (گرم) | وزن تر شاخ و برگ (گرم) | وزن خشک غده | وزن خشک شاخ و برگ |
|-------|---------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|
| ۱ | مشهد <i>T.harzianum</i> HM2 | ۴۶/۶۵ ^{ab} | ۴۱/۱۰ ^a | ۱۶/۷۵ ^a | ۷/۹۶ ^{cd} |
| ۲ | مشهد <i>T. harzianum</i> HM4 | ۴۵/۷۵ ^{ab} | ۴۳/۴۵ ^a | ۱۸/۶۹ ^a | ۶/۵۶ ^{cd} |
| ۳ | کلکسیون <i>T. harzianum</i> Bi | ۶۲/۹۶ ^a | ۶۷/۰۰ ^a | ۲۱/۹۰ ^a | ۱۶/۸۲ ^{ab} |
| ۴ | مشهد <i>T. virens</i> VM1 | ۶۳/۹۰ ^a | ۶۸/۰۰ ^a | ۲۱/۳۰ ^a | ۲۰/۴۰ ^a |
| ۵ | مشهد <i>T. harzianum</i> HM5 | ۲۸/۸۲ ^b | ۳۶/۶۳ ^a | ۴/۷۵ ^b | ۶/۴۵ ^d |
| ۶ | کلکسیون <i>T. harzianum</i> HC4 | ۳۴/۴۵ ^b | ۵۳/۰۰ ^a | ۱۵/۷۲ ^a | ۶/۵۰ ^d |
| ۷ | مشهد <i>T. virens</i> VM4 | ۴۶/۲۳ ^{ab} | ۴۱/۳۹ ^a | ۲۱/۹۵ ^a | ۸/۶۸ ^{bcd} |
| ۸ | کلکسیون <i>T. harzianum</i> HC1 | ۳۶/۴۳ ^b | ۴۱/۷۵ ^a | ۲۲/۵۰ ^a | ۱۱/۶۰ ^{abcd} |
| ۹ | کلکسیون <i>T. virens</i> VC5 | ۴۵/۱۲ ^{ab} | ۶۳/۵۷ ^a | ۲۱/۴۰ ^a | ۱۰/۶۸ ^{bcd} |
| ۱۰ | کلکسیون <i>T. harzianum</i> HC3 | ۴۵/۰۸ ^{ab} | ۴۴/۵۰ ^a | ۴/۵۵ ^b | ۶/۴۵ ^d |
| ۱۱ | شاهد سالم (نماتودکش بدون قارچ) | ۳۶/۵۹ ^b | ۵۰/۳۲ ^a | ۱۶/۴۰ ^a | ۱۴/۵۲ ^{abc} |
| ۱۲ | شاهد آلوده (نماتود بدون قارچ) | ۲۹/۰۰ ^b | ۳۸/۰۰ ^a | ۸/۳۵ ^b | ۶/۸۰ ^{cd} |

میانگین‌های دارای حروف مشابه در ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ در یک گروه آماری قرار دارند.

درصد و افزایش عملکرد موثر بوده است. ویندهام و همکاران (۲۷) گزارش کردند که گونه *T. harzianum* T-12 و گونه T-8 در کاهش تولید تخم و لارو نماتود مولد گره ریشه *T. koningii* در خاک تأثیر دارند. رایو و همکاران (۲۰) گونه‌های *T. harzianum* و *T. lignorum* را در کاهش جمعیت *M. incognita* مؤثر می‌دانند. اثر متقابل بین گونه *T. harzianum* و نماتود طلائی سیب زمینی *Globodera rostochiensis* در شرایط آزمایشگاه به وسیله سیف اله و توماس (۲۲) مورد بررسی قرار گرفته است. آنها مشخص نمودند که تریکودرما سیستم‌های نماتود طلائی سیب زمینی را کلونیزه کرده و به تخم‌های داخل سیست نیز نفوذ کرده و باعث مرگ لاروها می‌شود. شارون و همکاران (۲۳) در بررسی کنترل بیولوژیکی نماتود مولد گره ریشه *M. javanica* به وسیله قارچ *T. harzianum*، چندین جدایه از قارچ مذکور را مورد آزمایش قرار دادند. آنها معتقدند همه جدایه‌های تریکودرما، تخم‌ها و

عملکرد محصول وزن غده چغندر قند نسبت به تیمارهای دیگر به کار رفته نشان می‌دهد (جدول ۴) با وجود این که این دو تیمار با تیمار سم راگیبی در یک گروه آماری قرار نمی‌گیرند اما در کاهش جمعیت نماتود، کاهش آلودگی و افزایش عملکرد اختلاف چندانی بین آنها مشاهده نمی‌شود (جدول ۲ و ۴). مایر و همکاران (۱۶) گونه *T. virens* G1-3 را در کاهش جمعیت نماتود مولد غده ریشه موثر می‌دانند. آنها این جدایه و باکتری *Burkholderia cepacia* Bc-2 را علیه نماتود مولد گره ریشه *M. incognita* مورد بررسی قرار دادند. محیط کشت فیلتر شده حاوی ترکیبات خارج سلولی قارچ و باکتری از تفریح تخم و حرکت لاروهای سن دوم جلوگیری کرد. هم‌چنین آغشته کردن ریشه‌های گوجه فرنگی به محیط کشت فیلتر شده *T. virens* باعث شد که تعداد تخم و لارو نماتود در گرم ریشه ۴۲ درصد نسبت به شاهد کاهش یابد. در این تحقیق نیز گونه *T. VM1* در کاهش جمعیت نماتود سیستی چغندر قند تا ۷۲

مذکور علاوه بر این که جمعیت نماتود سیستی را در خاک کاهش می‌دهند باعث افزایش رشد غده و شاخ و برگ در شرایط خاک اتوکلاو شده و خاک مزرعه می‌گردند. البته بعضی از جدایه‌های تریکودرما نیز باعث کاهش وزن غده شده‌اند (جدول ۳). لذا نمی‌توان تغییرات وزن بوته را به تنهایی به نماتود نسبت داد زیرا جدایه‌های تریکودرما می‌توانند با تولید ترکیبات رشد یا ترکیبات بازدارنده به سهم خود روی رشد گیاه اثر گذار باشند.

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که دو جدایه *T. Bi* و *harzianum* VM1 در شرایط آزمایشگاه و گلخانه در خاک اتوکلاو شده و در خاک مزرعه نسبت به جدایه‌های دیگر که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند در افزایش عملکرد محصول و فاکتورهای رشدی گیاه و کاهش میزان آلودگی خاک تأثیر بسزایی داشته است. لذا پیشنهاد می‌شود این دو جدایه در شرایط مزرعه نیز مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان در مورد استفاده عملی این آنتاگونیست‌ها در مزرعه اظهار نظر نمود.

سپاسگزاری

از حوزه معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد به خاطر تأمین بودجه و فراهم آوردن امکانات اجرایی این طرح تشکر و قدردانی می‌شود. هم‌چنین از مدیریت محترم کارخانه قند شیرین و بخش کشاورزی آن (خانم مهندس لعی غفورنیا) در تهیه بذر و ارسال نمونه تشکر و قدردانی می‌شود. همکاری‌های خانم‌ها مهندس فاطمه آزاد دیسفانی، مهندس متینه رضایی و آقایان مهندس حمیدرضا رفیعی و مهندس اردشیر غلامی در اجرای طرح و ارسال نمونه قابل تقدیر و تشکر است.

لاروهای سن دوم نماتود مولد گره ریشه را در شرایط آزمایشگاهی کلونیزه کردند. سایکورا و همکاران (۲۴) نیز دو جدایه از گونه *T. harzianum* (T35, T203) را برای کنترل نماتودهای مولد گره ریشه معرفی نمودند.

عوامل آنتاگونیست با مکانیسم‌های مختلفی موجب محدودیت رشد و بیماری‌زایی عوامل بیماری‌زای گیاهی می‌شوند. به عنوان مثال قارچ *T. harzianum* با ایجاد رقابت، خواص میکوپارازیتیسمی و تولید آنزیم و ترکیبات سمی با عوامل بیماری‌زا مقابله می‌کند. این قارچ به‌طور اختصاصی در مقابل عوامل نماتودی دارای مکانیسم‌های ایجاد ترکیبات ضد نماتودی و اثر مستقیم روی لاروهای سن دوم و تخم نماتود و هم‌چنین با کاهش میزان جذب نماتودها توسط ریشه، نفوذ آنها را محدود کرده و علاوه بر این با القای مکانیسم‌های دفاعی گیاه در مقابل حمله نماتود موجب محدودیت بیماری‌زایی آن می‌شود. به‌طوری که می‌توان گفت مکانیسم‌های مختلف قارچ *T. harzianum* به جز رقابت بر علیه نماتودها موثر می‌باشد (۲۳).

یکی از نکات قابل توجه که در بررسی‌های گلخانه‌ای مشاهده شد وضعیت رشدی، سرسبزی و شادابی بیشتر به همراه توسعه بهتر اندام‌های هوایی در کل تیمارهایی بود که تریکودرما در زمان کاشت با خاک گلدان‌ها اضافه شده بود به‌طوری که در جدول ۴ مشاهده می‌شود وزن شاخ و برگ در خاک مزرعه در کل تیمارهای به‌کار رفته نسبتاً مناسب است و همه تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند. به‌نظر می‌رسد قارچ تریکودرما علاوه بر خاصیت آنتاگونیستی باعث تحریک رشد در بسیاری از گیاهان می‌شود. البته میزان رشد شاخ و برگ در تیمارهای ۳ و ۴ یعنی جدایه‌های *T. harzianum* Bi و *T. virens* VM1 بیشتر از تیمارهای دیگر می‌باشد لذا به نظر می‌رسد دو جدایه

منابع مورد استفاده

- احمدی، ع.، ق. حجارود، ع. شریفی تهرانی، ا. خیری و ا. اخیانی. ۱۳۷۴. جداسازی *Fusarium solani* از نماتود سیستی چغندر قند و بررسی اثر آنتاگونیستی آن روی تخم در شرایط آزمایشگاه. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، آموزشکده کشاورزی کرج.

۲. احمدی، ع.، ع. شریفی تهرانی، ا. خیری و ق. حجارود. ۱۳۷۷. جداسازی قارچ‌های *Paecilomyces* spp. و *Fusarium solani* از *Heterodera schachtii* و کارایی آنها در کنترل بیولوژیکی تخم‌های نماتود در شرایط آزمایشگاه. بیماری‌های گیاهی ۳۴(۳ و ۴): ۱۸۶-۱۹۷.
۳. حجت جلالی، ع. و ژ. کاسمن. ۱۳۷۴. قارچ‌های آنتاگونیست نماتود سیستمی چغندر قند در ایران. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، آموزشکده کشاورزی کرج.
۴. فاطمی، ص. ۱۳۷۲. جداسازی *Paecilomyces fumosoroseus* از سیستم‌های *Heterodera schachtii*. خلاصه مقالات یازدهمین کنگره گیاه‌پزشکی ایران، دانشگاه گیلان، رشت.
۵. فاطمی، ص. ۱۳۷۷. مطالعه اثر آنتاگونیستی *Paecilomyces fumosoroseus* روی *Meloidogyne javanica* و *Heterodera schachtii*. بیماری‌های گیاهی ۳۴: ۶۷ - ۷۶.
6. Bisset, J. 1991a. A revision of the genus *Trichoderma*. II. Infrageneric classification. Can. J. Bot. 69: 2357-2372.
7. Bisset, J. 1991b. A revision of the genus *Trichoderma*. III. Section *Pachybasium*. Can. J. Bot. 69: 2373-2417.
8. Dhingra, O. D. and J. B. Sinclair. 1995. Basic Plant Pathogenic Methods. CRS Press Inc., 2nd ed., USA.
9. Dufour, R., M. Guerenra and R. Earles. 2003. Alternative nematode control. ATTRA. 14p.
10. Fenwick, D.W. 1940. Methods for recovery and counting of *Heterodera schachtii* from soil. J. Helminthological Soc. Washington 18:155-177.
11. Gao, X. and J.O. Backer. 2002. Population development of both sexes of *Heterodera schachtii* is diminished in a beet cyst nematode-suppressive soil. Biol. Control 25 : 187- 194.
12. Hay, F.S. and L. Bateson. 2004. Biological control of clover cyst nematode (*Heterodera trifolii*) with fungi parasitic to nematodes of their eggs. Phytopathology 152(7,8) : 514-518.
13. Kerry, B.R. 1987. Biological control. PP. 233- 263 In: Brown & B.R. Kerry (Eds.), Principles and Practice of Nematode Control in Crops. R.H. Aps, New york.
14. Lopez, D. J. and M.D. Romer. 1988. Fungal parasites of eggs and cysts of *Heterodera schachtii* in the Duero valley. Helminthological Abstract 58(1) :30 (Abstract) .
15. Meyer, S.L.F., S.I. Massoud, D.J. Chitwood and D.P. Roberts. 2000. Evaluation of *Trichoderma virens* and *Burkholderia cepacia* for antagonistic activity against root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Nematology 2 (8) : 871-879.
16. Meyer, S.L.F., D.P. Roberts, D.J. Chitwood , L.K. Carta, R.D. Lumsden and W. Mao. 2001. Application of *Burkholderia cepacia* an *Trichoderma virens* alone and combinations, against *Meloidogyne incognita* on Bell pepper. Nematologica 31(1) : 75- 86.
17. Mulvey, R.H. 1972. Identification of *Heterodera* cyst by terminal and cone top structures. Can. J. Zool. 50(10):1277-1292.
18. Mulvey, R.H. and M.A. Golden. 1983. An illustrated key to the cyst forming genera and species of Heteroderidae in the western hemisphere with species morphometrics and distribution. Nematology 15(1) : 1-59.
19. Nigh, E.A., I.J. Thomason and S.O. Vangundy. 1980. Identification and distribution of fungal parasites of *Heterodera schachtii* eggs in California. Phytopathology 10: 887-889.
20. Rao, M.S., P.P. Reddey and M. Nagesh. 1998. Evaluation of plant based formulations of *Trichoderma harzianum* for the management of *Meloidogyne incognita* on egg plant. Nematologica Mediterranea 26: 56- 62.
21. Reddey, P.P., M.S. Rao and M. Nagesh. 1996. Management of citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*, by integration of *Trichoderma harzianum* with oil cakes. Nematologica Mediterranea 24: 265-267.
22. Saifulah and B. J. Thomas. 1996. Studies on the parasitism of *Globodera rostochiensis* by *Trichoderma harzianum* using low temperature scanning electron microscopy. Afro-Asian J. Nematol. 6: 117-122.
23. Sharon, E., M. Bar-Eyal, I. Chet, A. Herrera-Estrella, O. Keleifed and Y. Spiegel. 2001. Biological control of the root knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 97:687-693.
24. Sikora, R.A. 2005. Use of *Trichoderma harzianum* and *T. virens* for the biological control of *Meloidogyne incognita* on tomato. Phytopathol. and Nematol. in Soil Ecosys. Page:1-7.
25. Stirling, G. A. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes. CAB International, Wallingford, UK.
26. Westphal, A. and J.O. Becker. 2001. Components of soil suppressive ness against *Heterodera schachtii*. Soil Biol. and Biochem. 33(1): 9-16.
27. Windham, G.L., M.T. Windham and W.P. Williams. 1989. Effects of *Trichoderma* spp. on maize growth and *Meloidogyne arenaria* reproduction. Plant Dis. 73: 493-494.